

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-335363

[ST.10/C]:

[JP2002-335363]

出 願 人

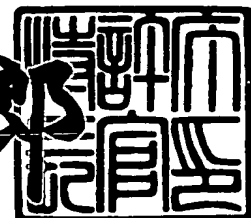
Applicant(s):

シャープ株式会社

2003年 6月18日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3047594

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J03681

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/1335

【発明の名称】 マイクロレンズ基板の作製方法およびマイクロレンズ露光光学系

【請求項の数】 12

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内

 【氏名】 岡田 訓明

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区长池町2-2番2-2号 シャープ株式会社内

 【氏名】 上田 稔

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100065248

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 野河 信太郎

 【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 014203

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 マイクロレンズ基板の作製方法およびマイクロレンズ露光光学系

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透明基板上に、第 1 マイクロレンズアレイ、中間層および感光性樹脂層を順に形成する工程と、第 1 マイクロレンズアレイを介して感光性樹脂層を露光する工程と、この露光工程の後に第 2 マイクロレンズアレイを形成する工程とを含んでいるマイクロレンズ基板の作製方法であって、前記露光工程は、光強度が均一である光源の像を第 1 マイクロレンズアレイの焦点面に形成する工程と、第 1 マイクロレンズアレイの焦点位置によって露光時間を変化させて感光性樹脂層を露光する工程とからなることを特徴とするマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 2】 光強度が均一である前記光源は、線光源であることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 3】 前記線光源の位置を変化させながら感光性樹脂層の露光を行うことを特徴とする請求項 2 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 4】 前記線光源の位置を固定し、マイクロレンズ基板を傾斜させながら感光性樹脂層の露光を行うことを特徴とする請求項 2 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 5】 光強度が均一である前記光源は、サイズが可変の矩形状の面光源であることを特徴とする請求項 1 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 6】 前記面光源のサイズを、矩形開口が形成された絞りの開口幅を変化させることにより変化させることを特徴とする請求項 5 記載のマイクロレンズ基板の作製方法。

【請求項 7】 光強度が均一である線光源と、この線光源から出射された光をコリメートするコリメートレンズと、このコリメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とするマイクロレンズ露光光学系。

【請求項 8】 前記線光源は、その位置が可変であることを特徴とする請求

項 7 記載のマイクロレンズ露光光学系。

【請求項 9】 前記マイクロレンズ基板は、その法線と光線光軸とで形成される傾斜角が可変であることを特徴とする請求項 7 記載のマイクロレンズ露光光学系。

【請求項 10】 前記線光源から出射された光の光路中に挿入された狭帯域フィルタをさらに備えていることを特徴とする請求項 7～9 のいずれか 1 つに記載のマイクロレンズ露光光学系。

【請求項 11】 光強度が均一でサイズが可変である矩形状の面光源と、この面光源から出射された光をコリメートするコリメートレンズと、このコリメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とするマイクロレンズ露光光学系。

【請求項 12】 前記面光源から出射された光の光路中に挿入された狭帯域フィルタをさらに備えていることを特徴とする請求項 11 記載のマイクロレンズ露光光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、マイクロレンズ基板の作製方法およびマイクロレンズ露光光学系に関するものであり、さらに詳しくは、2 層構造のマイクロレンズアレイを備えた投影型液晶表示装置用マイクロレンズ基板の作製方法、およびこの作製方法に用いられるマイクロレンズ露光光学系に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

投影型液晶表示装置は、投影型ブラウン管表示装置と比較すると、色再現範囲が広い、小型・軽量であるため持ち運びしやすい、地磁気に影響されないのでコンバージェンス調整が不要である、などの優れた特徴を持っており、大画面化も容易であることから、今後、家庭用映像表示装置の主流になると考えられる。

【0003】

この投影型液晶表示装置に関連して、後に詳しく説明する特許文献 1 および特

許文献 2 に示すものが知られている。

【0004】

【特許文献 1】

特開平 7 - 1 8 1 4 8 7 号公報

【特許文献 2】

特開平 9 - 9 0 3 3 6 号公報

【0005】

液晶表示素子を用いてカラー画像を表示する投影型液晶表示装置には、光の 3 原色に応じて液晶表示素子を 3 枚用いる 3 板式液晶表示装置と、液晶表示素子を 1 枚だけ用いる単板式液晶表示装置とがある。

【0006】

前者の 3 板式液晶表示装置は、白色光を R、G および B の 3 原色にそれぞれ分割する光学系と、各色光を制御して合成しカラー画像を形成する 3 枚の液晶表示素子とをそれぞれ独立に備えており、各色の画像を光学的に重畳してフルカラー表示を行うものである。

【0007】

この 3 板式液晶表示装置の構成では、白色光源から放射される光を有効に利用することができ、かつ色の純度も高いという利点があるが、上記のように色分離系と色合成系とが必要であるため、光学系の構成が繁雑で部品点数の多いものになってしまい、低コスト化および小型化が困難である。

【0008】

これに対して単板式液晶表示装置は、液晶表示素子を 1 枚のみ用いる構成であって、モザイク状、ストライプ状などの 3 原色カラーフィルタパターンを備えた液晶表示素子を投影光学系によって投影するものであり、使用する液晶表示素子が 1 枚ですみ、かつ光学系の構成も 3 板式に比べて単純になるので、低コストで小型の投影型システムに適している。

【0009】

しかし、単板式液晶表示装置の場合には、カラーフィルタによる光の吸収または反射が起こるため、入射光の約 $1/3$ しか利用することができないという欠点

がある。

【0010】

このような欠点を解決するため、特許文献1において、図11に示すような2層構成のマイクロレンズアレイを用いたカラーフィルタレスの単板式液晶表示装置が開示されている。

【0011】

これは、扇形に配置された3つのダイクロイックミラー54G・54R・54Bによって、白色光源51からの白色光をG、RおよびBの各色に分割し、液晶表示素子20の光源側に配置されている2つのマイクロレンズアレイ4・7にそれぞれ異なった角度で入射させるものである。

【0012】

白色光源51からの光は、曲面ミラー52、コリメートレンズ53、ダイクロイックミラー54G・54R・54Bを経て、液晶表示素子20に導かれる。

【0013】

そして、第1のマイクロレンズアレイ4を通過した各光束は、第2のマイクロレンズアレイ7により、ダイクロイックミラー54G・54R・54Bで分割されたG、RおよびBの主光線が互いにほぼ平行になるように屈折された後に、それぞれに対応した色信号が独立して印加される信号電極により駆動される液晶部位へ分配状に照射される。

【0014】

液晶表示素子20を通過した光は、フィールドレンズ55および投影レンズ56を経てスクリーン57上に投影される。

【0015】

この装置では、吸収型のカラーフィルタを用いないので、光の利用効率が向上するだけでなく、マイクロレンズアレイ4・7を通過した後の各色の主光線がほぼ平行になり、従って、投影レンズ56に達するまでの各色の主光線の拡がり小さく、投影レンズ56でのケラレによる光量低下がなく、極めて明るい画像を提供することができる。

【0016】

図 1 2 (a) は、図 1 1 に示す単板式液晶表示装置における画素、第 1 マイクロレンズ 4 および第 2 マイクロレンズ 7 の配置関係を示す平面図であり、図 1 2 (b) は、第 2 マイクロレンズ 7 のレンズ面の形状を示す斜視図である。

【 0 0 1 7 】

図示するように、これらの画素は B 成分、R 成分および G 成分にそれぞれ対応するように一定のピッチで配列されている。そして、B 成分、R 成分および G 成分に対応した 3 個の画素の組ごとに、第 1 マイクロレンズ 4 および第 2 マイクロレンズ 7 が対応している。

【 0 0 1 8 】

第 1 マイクロレンズ 4 は、その外形が破線で示すように六角形状であり、球面もしくは非球面の軸対称レンズである。一方、第 2 マイクロレンズ 7 は、その外形が実線で示すように矩形形状であり、X 軸方向に集光機能を持つシリンドリカルレンズである。ブラックマトリクス 8 は、ハッチングで示すようにパターンニングされており、R、G、B の各色成分を分離する。

【 0 0 1 9 】

第 1 マイクロレンズ 4 を構成する各レンズの光軸と第 2 マイクロレンズ 7 を構成する各レンズの光軸とは互いに平行になっており、第 1 マイクロレンズ 4 および第 2 マイクロレンズ 7 における対向各レンズどうしの光軸は互いに一致するようになっている。

【 0 0 2 0 】

第 1 マイクロレンズ 4 は、あらかじめ所定の角度差を持って互いに分離した 3 原色の入射光束 (R 成分、G 成分、B 成分) を、対応する 3 画素の各組へ向けて集光する。一方、第 2 マイクロレンズ 7 は、互いに対応する第 1 マイクロレンズ 4 と 3 画素の組との間に介在し、第 2 マイクロレンズ 7 の光軸に対して傾斜した入射光束を該光軸に略平行な入射光束に変換する。

【 0 0 2 1 】

第 2 マイクロレンズ 7 は、図 1 2 (b) に示されるようなシリンドリカルレンズであるため、元々光軸に平行な第 1 入射光束 (R 成分) をそのまま直進させ、一方へ傾斜した第 2 入射光束 (B 成分) を平行化し、他方へ傾斜した第 3 入射光

束（G成分）を平行化する。

【0022】

このような2層構造のマイクロレンズアレイは、1枚のガラス基板の両面にそれぞれマイクロレンズアレイを接合して形成される。あるいは、特許文献2に開示されているように、第1マイクロレンズアレイおよび第2マイクロレンズアレイを別々に作製し、第1マイクロレンズアレイのレンズ形成面と第2マイクロレンズアレイの研磨面とを互いに接合させて作製される。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、2層のマイクロレンズアレイを有する従来のマイクロレンズ基板では、上記のように、1枚のガラス基板の両面にそれぞれマイクロレンズアレイを接合して形成するか、あるいは2枚のマイクロレンズ基板どうしを貼り合わせて作製していたので、以下に述べるような理由から、光軸合わせが難しく、作製コストが高くつくという問題があった。

【0024】

すなわち、2層のマイクロレンズを有するマイクロレンズ基板では、2枚のマイクロレンズアレイを光軸合わせするための工程が必要となり、レンズの光学特性を確保するためには、2枚のレンズアレイの縦方向、横方向および角度（回転方向）をすべて一致させなければならない。しかし、レンズパターンが微細であることから、この光軸合わせには $\pm 1 \mu\text{m}$ 程度の精度が要求されるため、2層構造のマイクロレンズ基板の作製は極めて困難なものになっていた。

【0025】

また、2層のマイクロレンズアレイの間に中間層が入ることも、光軸合わせが困難になる要因の1つとなっていた。すなわち、2層のレンズパターンの間にギャップがあるため、2層の位置決め用アライメントマークの双方に同時にピントを合わせて観察することができなかった。各層ごとに別個のアライメントマーク観察系を組み、光軸合わせを行うことは可能であるが、その場合、アライメントマーク観察系の光軸合わせも厳密に行う必要があり、位置決め装置のコストアップの原因となっていた。

【0026】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、第1マイクロレンズアレイを利用して第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことで、光軸合わせを簡単化し、作製工程を簡略化することのできるマイクロレンズ基板の作製方法およびマイクロレンズ露光光学系を提供することを目的としている。

【0027】

【課題を解決するための手段】

本発明の1つの観点によれば、透明基板上に、第1マイクロレンズアレイ、中間層および感光性樹脂層を順に形成する工程と、第1マイクロレンズアレイを介して感光性樹脂層を露光する工程と、この露光工程の後に第2マイクロレンズアレイを形成する工程とを含んでいるマイクロレンズ基板の作製方法であって、前記露光工程は、光強度が均一である光源の像を第1マイクロレンズアレイの焦点面に形成する工程と、第1マイクロレンズアレイの焦点位置によって露光時間を変化させて感光性樹脂層を露光する工程とからなることを特徴とするマイクロレンズ基板の作製方法が提供される。

【0028】

本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法にあっては、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、また、各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従って、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【0029】

本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法に用いられる、光強度が均一である前記光源としては例えば、線光源、あるいはサイズが可変の矩形状の面光源がある。

【0030】

このような線光源、あるいはサイズが可変の矩形状の面光源によれば、感光性

樹脂層での露光量を制御することが容易になる。

【0031】

光強度が均一である前記光源が線光源であるときには、感光性樹脂層に線光源の像が形成され、感光性樹脂層は線状に露光される。ここで、感光性樹脂層の露光は、線光源の位置を変化させながら行うか、あるいは、線光源の位置を固定し、マイクロレンズ基板を傾斜させながら行うのが好ましい。このようにすれば、感光性樹脂層での露光量を容易に制御することができる。

【0032】

光強度が均一である前記光源が、サイズが可変の矩形状の面光源であるときには、感光性樹脂層に面光源の像が形成され、感光性樹脂層は矩形状に露光される。ここで、感光性樹脂層の露光は、前記面光源のサイズを、矩形開口が形成された絞りの開口幅を変化させることにより変化させて行うのが好ましい。このようにすれば、感光性樹脂層での露光量を容易に制御することができる。

【0033】

本発明の別の観点によれば、光強度が均一である線光源と、この線光源から射出された光をコリメートするコリメートレンズと、このコリメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とするマイクロレンズ露光光学系が提供される。

【0034】

このようなマイクロレンズ露光光学系にあっては、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従って、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【0035】

本発明に係るマイクロレンズ露光光学系における前記線光源は、その位置が可変であるのが好ましい。このような線光源によれば、線光源の像の位置を容易に変化させることができる。

【0036】

本発明に係るマイクロレンズ露光光学系における前記マイクロレンズ基板は、その法線と光線光軸とで形成される傾斜角が可変であるのが好ましい。このようなマイクロレンズ基板によれば、線光源の像の位置を容易に変化させることができる。

【0037】

本発明に係るマイクロレンズ露光光学系は、前記線光源から出射された光の光路中に挿入された狭帯域フィルタをさらに備えているのが好ましい。このような狭帯域フィルタを備えている場合には、マイクロレンズの色収差によって線状光の像がぼけるというおそれなくなるため、より精度の高い構造物を形成することができる。

【0038】

本発明のさらに別の観点によれば、光強度が均一でサイズが可変である矩形状の面光源と、この面光源から出射された光をコリメートするコリメートレンズと、このコリメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とするマイクロレンズ露光光学系が提供される。

【0039】

このようなマイクロレンズ露光光学系にあつては、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従つて、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【0040】

本発明に係るマイクロレンズ露光光学系は、前記面光源から出射された光の光路中に挿入された狭帯域フィルタをさらに備えているのが好ましい。このような狭帯域フィルタを備えている場合には、マイクロレンズの色収差により面状光の像がぼけるというおそれなくなるため、より精度の高い構造物を形成することができる。

【0041】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を添付図面を参照しながら説明する。なお、これによって本発明が限定されるものではない。

【0042】

第2マイクロレンズアレイのレンズパターンを形成するための感光性樹脂層としてのレジスト層を露光する方法の原理について、図1を用いて説明する。

【0043】

本発明の投影型液晶表示装置では、光利用効率を向上させるために、第1マイクロレンズアレイ102はレンズの焦点がブラックマトリクスの面にほぼ位置するように設計されている。また、第1マイクロレンズアレイ102と第2マイクロレンズアレイ47とはできるだけ距離をおいて配置され、第2マイクロレンズアレイ47はブラックマトリクスの近傍に形成されている。

【0044】

上記の作製工程においては、中間ガラス層貼り付け工程時の中間ガラス層104の上面は、第1マイクロレンズアレイ102の焦点面にほぼ一致するように位置している。この中間ガラス層104の上面に感光性樹脂層としてのレジスト層105を塗布により形成しておき、第1マイクロレンズアレイ102を通して紫外光平行光を照射させると、その平行光は第1マイクロレンズアレイ102によってレジスト層105で一点に集光され、この集光スポットによってレジスト層105が露光される。

【0045】

ここで、透明基板101に対する紫外光平行光の入射角度を θ_i 、第1マイクロレンズアレイ102の焦点距離を f 、レンズ光軸と焦点面とが交わる位置から集光スポットまでの間隔を r とすると、その間隔 r は

$$r = f \times \tan \theta_i$$

で表される。

【0046】

従って、紫外光平行光の入射角度 θ_i を変化させることで、集光スポットの位置を変えることができる。

【0047】

例えば、図1において、入射角度が θ_i である紫外光平行光光束45を入射させると、3個のマイクロレンズ46a・46b・46cによって、光束45はそれぞれ47a・47b・47cの地点に集光され、これらの地点におけるレジスト層105が露光される。

【0048】

次に、入射角度を θ_j に変えて平行光光束48を入射させると、3個のマイクロレンズ46a・46b・46cによって、光束48はそれぞれ、49a・49b・49cの地点に集光され、これらの地点におけるレジスト層105が露光される。

【0049】

レジスト層105の材料にネガレジストを用いた場合、強く露光された地点ではレジスト層105が厚く残り、弱く露光された地点ではレジスト層105は薄くなる。従って、紫外光平行光光束の入射角度 θ_i (θ_j) と露光時間（あるいは照射光強度）とを制御することで、所望の地点で所望の露光量の露光を行うことができ、この工程の繰り返しでレジスト層105に所望のパターンを露光することができる。

【0050】

また、露光光として、第1マイクロレンズアレイ102全体を均一な光強度で照射することのできる紫外光平行光を用いると、その照射領域内において、第1マイクロレンズアレイ102におけるそれぞれのレンズ46a・46b・46cの直下で上記の露光が行われるため、形状の揃った第2マイクロレンズアレイを形成することができる。

【0051】

次に、上記の露光工程を行うための露光光学系について、その構成を示す図2を参照しながら説明する。

【0052】

図2において、51は露光光の光源となる超高圧水銀ランプを示す。超高圧水銀ランプ51から出射されたi線（波長365nm）の紫外光は、球面ミラー5

2とコリメートレンズ53とによって平行光に変換され、さらに強度補正フィルタ54を介して、マイクロレンズ基板20に導かれる。

【0053】

強度補正フィルタ54は、透過率分布を持たせたフィルタであり、透過後の光束が均一な光強度分布を持つように、その透過率分布が設計されている。従って、均一な光強度分布を持った紫外光平行光がマイクロレンズ基板20を照射するようになる。

【0054】

マイクロレンズ基板20は2軸回転の回転ステージ（図示しない）に搭載されており、この回転ステージの回転角の制御によって、マイクロレンズ基板20の法線と紫外光平行光光軸とで形成される傾斜角（傾き）を自在に変化させることができる。

【0055】

この実施例では、紫外光平行光光軸を固定しておき、マイクロレンズ基板20側をX軸およびY軸について回転させることにより、第1マイクロレンズアレイ102に対する紫外光平行光の入射角度を変化させ、その入射角度と、各入射角度における露光時間とを制御しながら露光を行うことで、レジスト層105に所望の3次元パターン形状を形成することができる。

【0056】

なお、上記説明では、入射角度を変えることで焦点位置を変更するようにしたが、焦点位置の変更はこれに限られず、どのような方法によるものでもよい。

【0057】

また、上記説明では、焦点位置によって露光時間を制御することで、所望の3次元パターン形状を得たが、露光時間を制御することなく露光強度を制御する方法もある。

【0058】

しかしながら、超高圧水銀ランプのような光源では光強度の制御を行うことができず、外部に光変調器が必要となる。また光変調器を用いても、露光領域全域にわたって、正確に露光強度を制御することが難しく、所望の3次元形状が得ら

れない。すなわち、所望の3次元形状を得るために露光強度を制御するよりも露光時間を制御する方が、形状特性がよく、制御が容易であり、装置構成も簡単である。

【0059】

以下、本発明の実施の形態を説明する。

【0060】

図3は、本発明の作製方法を用いて形成されるマイクロレンズ基板および液晶表示素子の構成を示す断面図である。

【0061】

液晶表示素子20は、マイクロレンズ基板10とガラス基板11とを有しており、マイクロレンズ基板10とガラス基板11との間に液晶層13が封入されている。そして、光出射側に位置するガラス基板11の内面には、液晶層13を相変化させるための信号電極12が形成されており、光入射側に位置するマイクロレンズ基板10の内面には、信号電極12と直交する走査電極（図示しない）が設けられている。信号電極12および走査電極は、透明電極（ITO）によって形成されている。

【0062】

マイクロレンズ基板10は、透明基板1上に2層のマイクロレンズアレイ4・7を形成することで構成されている。屈折率が異なる2つの透明樹脂層2・3の界面はレンズパターン形状に成形されており、この界面によって第1マイクロレンズアレイ4が形成されている。ここで、樹脂層3には、樹脂層2よりも屈折率の高いものが選ばれている。

【0063】

樹脂層3の上には、第2マイクロレンズアレイ7が形成されている。すなわち、屈折率の異なる中間ガラス層5と透明樹脂層6との界面がレンズパターン形状に刻まれており、この界面によって第2マイクロレンズアレイ7が形成されている。ここで、樹脂層6には、中間ガラス層5よりも屈折率の高いものが選ばれている。また、樹脂層6の上には、各色成分の画素を分離するブラックマトリクス8が形成されている。

【0064】

このマイクロレンズ基板10とガラス基板11とをスペーサ層14を介して貼り合わせ、両者の間に液晶層13を封入することで、液晶表示素子20が完成する。

【0065】

本発明は、第1マイクロレンズアレイ4を利用して、第2マイクロレンズアレイ7のレンズ形状のパターニングを行うことで、2層構造のマイクロレンズアレイを形成するものである。

【0066】

このマイクロレンズ基板10の作製方法を図4(a)～図4(f)に基づいて説明する。図4(a)～図4(f)はマイクロレンズ基板10の各作製工程における断面図である。

【0067】

第1マイクロレンズアレイ4については、紫外線照射により硬化する紫外線硬化樹脂を用いた、いわゆる2P(Photo-Polymerization)法により成形する。

【0068】

まず、図4(a)に示すように、石英透明基板1の上に低屈折率紫外線硬化樹脂2を塗布し、その上にスタンプ21を降下させる。スタンプ21の下面には第1マイクロレンズパターンに合致する反転パターンが形成されている。

【0069】

このスタンプ21を石英透明基板1に十分に押し付けて、スタンプ21と石英透明基板1との間に紫外線硬化樹脂2を押し広げ、そのままの状態に保持し、紫外線ランプなどによって、石英透明基板1を通して紫外線硬化樹脂2に紫外線を照射する。

【0070】

紫外線が照射された紫外線硬化樹脂2は、硬化反応を起こして硬化するので、紫外線硬化樹脂2にスタンプ21の反転パターンが転写成形される。紫外線硬化樹脂2の硬化後、スタンプ21を上昇させて、紫外線硬化樹脂2とスタンプ21とを分離する。

【 0 0 7 1 】

次に、図 4 (b) に示すように、硬化した低屈折率紫外線硬化樹脂 2 の上に、高屈折率紫外線硬化樹脂 3 を塗布し、低屈折率紫外線硬化樹脂 2 の凹部を埋める。そして、高屈折率紫外線硬化樹脂 3 の上に、第 1 マイクロレンズアレイ 4 と第 2 マイクロレンズアレイ 7 との中間層になる石英薄板ガラス (中間ガラス層) 5 を貼り付ける。

【 0 0 7 2 】

中間ガラス層 5 を石英透明基板 1 に十分に押し付け、中間ガラス層 5 を通して紫外線を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂 3 を硬化させる。この樹脂 3 は中間ガラス層 5 の接着層の役割も果たす。その後、中間ガラス層 5 の厚みが所望の厚みよりも厚い場合は、研磨を行うことにより必要な厚みにまで削る。

【 0 0 7 3 】

次に、図 4 (c) に示すように、中間ガラス層 5 の上に塗布により感光性樹脂層としてのネガレジスト層 2 2 を形成する。このネガレジスト層 2 2 に対して、第 1 マイクロレンズアレイ 4 を通して紫外線を照射し、その露光を行う。

【 0 0 7 4 】

マイクロレンズ基板 1 0 は、第 1 マイクロレンズアレイ 4 の焦点位置がレジスト層 2 2 の内部に来るように設計されている。

【 0 0 7 5 】

ここで、レジスト層 2 2 はネガレジストであるため、強く露光された地点ではレジスト層 2 2 が厚く残り、弱く露光された地点ではレジスト層 2 2 が薄く残る。従って、各地点での露光量を制御することで、現像後の残膜量を制御することができ、レジストを用いて 3 次元的な構造物を形成することができる。この露光工程の詳細については後述する。

【 0 0 7 6 】

この露光工程の後に現像処理を行うと、図 4 (d) に示すように、レジスト層 2 2 に第 2 マイクロレンズアレイ 7 のレンズパターンが形成される。その後、ポストバーク処理を行う。

【 0 0 7 7 】

次に、図4（e）に示すように、ドライエッチングを行って、レジスト層22に刻まれたレンズパターンの形状を中間ガラス層5に転写する。ドライエッチングの方法としては、反応性イオンエッチングやイオンミリングなどの方法がある。

【0078】

この時、エッチング条件の選択によって、レジスト層22に刻まれたレンズパターンの厚みを拡大することができる。例えば、レジストと石英ガラスとのエッチング選択比が1：2となるようなエッチング条件を選択すると、レジスト層22において厚み10 μ mのレンズパターンは、中間ガラス層5においては厚み20 μ mのレンズパターンに拡大される。レジスト層22に刻むレンズパターンの形状は、このエッチング選択比も考慮して決定される。

【0079】

次に、図4（f）に示すように、高屈折率の紫外線硬化樹脂6を塗布し、中間ガラス層5の凹部を埋める。その後、紫外光を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂6を硬化させる。

【0080】

この時、高屈折率紫外線硬化樹脂6の上面の平坦化处理も行う。平坦化处理の方法は2つある。

【0081】

第1の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂層6が未硬化の状態で、上面から、あらかじめ離型処理を施した石英平面板を押し付け、紫外線を照射して高屈折率紫外線硬化樹脂6を硬化させるものである。硬化後、石英平面板を分離すると、上面が平滑な高屈折率紫外線硬化樹脂層6が得られる。第2の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂6を硬化させた後に研磨処理を行って、高屈折率紫外線硬化樹脂6の表面を平坦化するものである。

【0082】

以上の工程によって、第1マイクロレンズアレイ4の上面に第2マイクロレンズアレイ7の形成されたマイクロレンズ基板10が完成する。

【0083】

次に、第2マイクロレンズアレイ7のレンズパターンを形成するためのレジスト層22における露光光学系の各実施例について説明する。

【0084】

〔第1実施例〕

図5(a)は、本発明に係る露光光学系の構成の第1実施例を示す図である。31は露光光の光源となる超高圧水銀ランプを示している。超高圧水銀ランプ31からは、i線(波長365nm)、h線(波長405nm)、g線(波長436nm)などの紫外光が放射される。

【0085】

これらの紫外光は、曲面ミラー32によって反射、集光され、第1コリメートレンズ33によって平行光に変換された後に、狭帯域フィルタとしてのi線パスフィルタ34と、絞りとしての可動スリット板35とを通過する。

【0086】

可動スリット板35は、図5(b)に示すように、Y軸方向の開口長さ(スリット長)が一定長 L_y を有し、X軸方向の開口幅(スリット幅)がより狭くなるように設定されており、X軸に沿って移動することができる。

【0087】

可動スリット板35を通過した光は散乱板36に導かれて散乱される。散乱板36は、可動スリット板35を透過した光線をあらゆる方向に散乱させる役割を果たし、可動スリット板35と散乱板36とによってY方向の長さが L_y である線光源が形成されることになる。

【0088】

この後、長さ L_y の線光源の光は第2コリメートレンズ37に導かれる。ここで、第2コリメートレンズ37は、散乱板36と第2コリメートレンズ37との間隔が第2コリメートレンズ37の焦点距離に一致するように配置されている。第2コリメートレンズ37を通過した光は、感光性樹脂層としてのネガレジスト層22が塗布により形成されたマイクロレンズ基板10に導かれる。

【0089】

可動スリット板35と散乱板36とで形成された線光源は、第2コリメートレ

レンズ37と第1マイクロレンズアレイ4の各レンズとによって、第1マイクロレンズアレイ4の焦点面にM倍のサイズで結像し、その面に塗布により形成されているネガレジスト層22を露光する。すなわち、線状光の像が第1マイクロレンズアレイ4の各レンズの焦点面に形成され、レジスト層22が線状に露光される。

【0090】

この線状露光エリアの長さ L_R は、スリット長 L_Y を用いて、

$$L_R = L_Y / M$$

$$M = f_C / f_M$$

で定義される。ここで、 f_C は第2コリメートレンズ37の焦点距離、 f_M は第1マイクロレンズ4の焦点距離、Mは光学系の倍率である。

【0091】

可動スリット板35をX軸に沿って移動させると、可動スリット板35と散乱板36とで構成される線光源の位置がX軸に沿って変化するため、各マイクロレンズの焦点面に形成される線状光の位置もそれに応じて変化する。

【0092】

可動スリット板35の位置と露光時間（あるいは照射光強度）とを制御しながら露光を行うと、各位置で露光量を制御することができるので、3次元的な構造物を形成することができる。

【0093】

例えば、可動スリット板35の位置Xを図6のように制御すると、図12（b）に示すようなシリンドリカル形状のレジストパターンを形成することができる。

【0094】

この露光光学系の途中に設けられたi線パスフィルタ34は、g線およびh線をカットするためのものである。レジストの感光帯域が広く、g線（波長）およびh線（波長）のいずれにも感光する場合は、平行光光束中にi線パスフィルタ34を挿入してi線だけを取り出す。このようにすれば、マイクロレンズの色収差によって線状光の像がぼけるというおそれなくなるため、より精度の高い構

造物を形成することができる。

【0095】

この露光光学系においては、スリット板35と散乱板36とで構成される線光源の光強度均一性が重要である。第1コリメートレンズ33を出射した後の平行光の光強度均一性を向上させるには、曲面ミラー32と第1コリメートレンズ33との間に、光強度均一性を改善するためのインテグレータなどを挿入すればよい。

【0096】

また、この露光光学系においては、線光源上の各点における放射特性も一様である必要がある。散乱板36の代わりにフライアイレンズを置くと、線状光はフライアイレンズによって複数の点光源に分割される。形状が均一なフライアイレンズを用いれば、各点光源の放射特性を均一にすることができ、露光面全体におけるレジストパターンの形状バラツキを小さく抑えることができる。

【0097】

本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法では、第1マイクロレンズアレイ4を介して第2マイクロレンズアレイ7のパターニングを行うため、第1マイクロレンズアレイ4と第2マイクロレンズアレイ7との各レンズの位置ずれを大幅に抑制することができる。

【0098】

第1マイクロレンズアレイ4と第2マイクロレンズアレイ7との各レンズの光軸ずれは、マイクロレンズアレイ基板10面の法線と露光光軸とで形成される傾斜角（光軸傾き）により引き起こされるが、第1マイクロレンズアレイの焦点距離が $100\mu\text{m}$ である場合には、レンズ間光軸ずれは、光軸傾き 0.5° 以内で $0.9\mu\text{m}$ 以下と小さく抑えられる。

【0099】

光軸傾き 0.5° 以下は容易に実現することのできる数字であるので、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法によれば、レンズ間の光軸ずれを小さく抑えることができる。

【0100】

また、第1マイクロレンズアレイ4と第2マイクロレンズアレイ7とを別々に作製する方法では、各マイクロレンズアレイ4・7作製時の作製条件の変動により、第1マイクロレンズアレイ4の面内のレンズ間隔と第2マイクロレンズアレイ7の面内のレンズ間隔とがずれてしまう場合があるが、本発明の作製方法では、第1マイクロレンズアレイ4を基準にして第2マイクロレンズアレイ7が形成されるため、各層のレンズ間隔がずれるというおそれが生じないという効果もある。

【0101】

上記のようなマイクロレンズ基板10の作製方法では、作製条件の変動により、第1マイクロレンズアレイ4の焦点距離が設計値に対し全体的にずれた場合、第2マイクロレンズアレイ7の形状もそれに応じて変化する。この場合、焦点距離のずれ量に合わせて、スリット板35の変位速度を制御することにより、所望形状の第2マイクロレンズアレイ7を形成することができる。

【0102】

〔第2実施例〕

図7(a)～図7(c)は、本発明に係る露光光学系の構成の第2実施例を示す図である。光源31から第1コリメートレンズ33までの構成は、第1実施例と同じである。

【0103】

第1コリメートレンズ33から出射された平行光光束がシリンドリカルレンズ41によってX方向に集光される結果、線光源が形成される。この線光源は、長さ L_Y のスリットのあるスリット板42によって、ある一定長に制限され、散乱板36によって散乱される。すなわち、散乱板36の面において、長さ L_Y の線光源が形成されることになる。

【0104】

この後、第1実施例と同様に、第2コリメートレンズ37とマイクロレンズ基板10とが配置されるが、マイクロレンズ基板10は、Y軸を回転軸とする回転ステージに搭載されている点で第1実施例と異なっている。第2コリメートレンズ37は、散乱板36と第2コリメートレンズ37との間隔が、第2コリメート

レンズ 3 7 の焦点距離に一致するように配置される。

【0 1 0 5】

第 2 コリメートレンズ 3 7 を通過した光は、ネガレジスト層 2 2 が塗布により形成されたマイクロレンズ基板 1 0 に導かれる。ネガレジスト層 2 2 は第 1 マイクロレンズ 4 の焦点面に形成されている。第 2 コリメートレンズ 3 7 と第 1 マイクロレンズアレイ 4 との各レンズによって、ネガレジスト層 2 2 に線光源の像が形成され、ネガレジスト層 2 2 は各レンズの直下において線状に露光される。

【0 1 0 6】

一方、マイクロレンズ基板 1 0 は、Y 軸を回転中心とする回転ステージに搭載されており、この回転ステージの回転角の制御によって、マイクロレンズ基板 1 0 の法線と光線光軸とで形成される傾斜角 θ を自在に変化させることができる。そして、この回転ステージの回転によって線光源の像の位置を変化させることができる。

【0 1 0 7】

例えば、図 8 のように時間に対し回転角 θ を制御することで、図 1 2 (b) に示すようなシンドリカル形状のレジスト構造物を形成することができる。

【0 1 0 8】

この露光光学系では、線光源の長さ L_y の分だけ第 2 コリメートレンズ 3 7 の軸外特性を確保することができればよい。シンドリカル形状の第 2 マイクロレンズにおける外形の短辺長さ対長辺長さの比は 1 : 3 であるため、例えば第 1 実施例において $\pm 15^\circ$ の軸外特性が要求される場合でも、第 2 実施例においては $\pm 5^\circ$ の軸外特性を満足できればよく、第 2 コリメートレンズ 3 7 への要求条件が緩和される。その結果、より安価なコリメートレンズを使用することが可能になる。

【0 1 0 9】

〔第 3 実施例〕

図 9 (a) は、本発明に係る露光光学系の構成の第 3 実施例を示す図である。光源 3 1 から第 1 コリメートレンズ 3 3 までの構成は、第 1 実施例と同じである。

【0110】

第1コリメートレンズ33から出射された平行光光束は、開口サイズが可変の矩形開口（スリット）を持つ絞りとしてのスリット板44を通過し、散乱板36で散乱される。すなわち、スリット板44と散乱板36とによって、矩形状の面光源が形成される。

【0111】

この矩形開口のX方向の開口幅は変化させることのできる構造になっており、面光源のサイズもX軸方向について変化させることができる。

【0112】

すなわち、この開口サイズ可変のスリット板44は、図9（b）に示すように、遮光板44aと遮光板44bとの組み合わせにより構成されている。遮光板44aと遮光板44bとは、それぞれX軸に沿って移動することのできる構造となっており、この可動構造により矩形開口のX軸方向の開口幅 W_x を変化させることができる。

【0113】

この後、面光源の光は第2コリメートレンズ37に導かれる。第2コリメートレンズ37は、散乱板36と第2コリメートレンズ37との間隔が第2コリメートレンズ37の焦点距離と一致するように配置されている。

【0114】

第2コリメートレンズ37を通過した光は、ネガレジスト層22が塗布により形成されたマイクロレンズ基板10に導かれる。矩形状の面光源から出射された光は、第2コリメートレンズ37および第1マイクロレンズ4を経て、第1マイクロレンズ4の焦点面に結像する。この焦点面にはレジスト層22が形成されているため、レジスト層22は矩形状に露光される。

【0115】

例えば、図10（a）に示すように、スリット板44の矩形開口の開口幅 W_x を徐々に小さくしていきながら露光を行うと、レジスト層22上における矩形状の像のサイズも徐々に小さくなっていくため、レジスト層22上において、中央部の露光量が多く、縁の領域の露光量が少なくなる。すなわち、図10（b）に

示すように中央部が盛り上がったシリンドリカル形状の構造物を形成することができる。

【0116】

なお、本発明に係る上記の各実施例では、ネガレジスト層22の感光について述べたが、可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂の硬化にこの露光光学系を用いて、3次元構造を形成してもよい。

【0117】

【発明の効果】

本発明の1つの観点に係るマイクロレンズ基板の作製方法は、第1マイクロレンズアレイを介して感光性樹脂層を露光する工程が、光強度が均一である光源の像を第1マイクロレンズアレイの焦点面に形成する工程と、第1マイクロレンズアレイの焦点位置によって露光時間を変化させて感光性樹脂層を露光する工程とからなることを特徴とする。そして、このようなマイクロレンズ基板の作製方法によれば、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従って、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【0118】

また、本発明の1つの観点に係るマイクロレンズ基板の作製方法によれば、線光源の位置、ワークの回転角、あるいは面光源のサイズを変えることにより、さまざまな曲率のシリンドリカル形状の第2マイクロレンズを作製することができる。さらに、作製条件の変動により、第1マイクロレンズの焦点距離が設計値に対して全体的にずれた場合でも、そのずれに応じて制御を変更することで容易に対応することができる。しかも、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法によれば、マイクロレンズの設計変更にも対応しやすい。

【0119】

本発明の別の観点に係るマイクロレンズ露光光学系は、光強度が均一である線光源と、この線光源から出射された光をコリメートするコリメートレンズと、こ

のコレメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とする。そして、このようなマイクロレンズ露光光学系によれば、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従って、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【0120】

本発明のさらに別の観点に係るマイクロレンズ露光光学系は、光強度が均一でサイズが可変である矩形状の面光源と、この面光源から出射された光をコレメートするコレメートレンズと、このコレメートレンズを通過した光が結像する感光性樹脂層が形成されたマイクロレンズ基板とを備えてなることを特徴とする。そして、このようなマイクロレンズ露光光学系によれば、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、2層のレンズアレイの光軸合わせが不要であり、かつ各層のレンズ間隔のずれも生じることがなく、従って、2層構造のマイクロレンズ基板の作製工程を簡略化することができるとともに、作製コストを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

図1は、本発明の作成方法を用いて形成されるマイクロレンズ基板におけるレジスト層を露光する方法の原理を説明する断面図である。

【図2】

図2は、図1のマイクロレンズ基板を作製するのに用いられる露光光学系の構成を示す断面図である。

【図3】

図3は、本発明の作成方法を用いて形成されるマイクロレンズ基板および液晶表示素子の構成を示す断面図である。

【図4】

図4(a)～図4(f)は、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法を示

す各工程における断面図である。

【図 5】

図 5 (a) および図 5 (b) は、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法の第 1 実施例を示す図である。

【図 6】

図 6 は、同第 1 実施例における制御条件を示す図である。

【図 7】

図 7 (a) ～図 7 (c) は、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法の第 2 実施例を示す図である。

【図 8】

図 8 は、同第 2 実施例における制御条件を示す図である。

【図 9】

図 9 (a) および図 9 (b) は、本発明に係るマイクロレンズ基板の作製方法の第 3 実施例を示す図である。

【図 1 0】

図 1 0 (a) および図 1 0 (b) は、同第 3 実施例における制御条件を示す図である。

【図 1 1】

図 1 1 は、マイクロレンズ基板を備えた液晶表示素子を用いた従来の投影型液晶表示装置の概略構成を示す図である。

【図 1 2】

図 1 2 (a) および図 1 2 (b) は、図 1 1 におけるマイクロレンズ基板を構成するマイクロレンズアレイの配置および形状を示す図である。

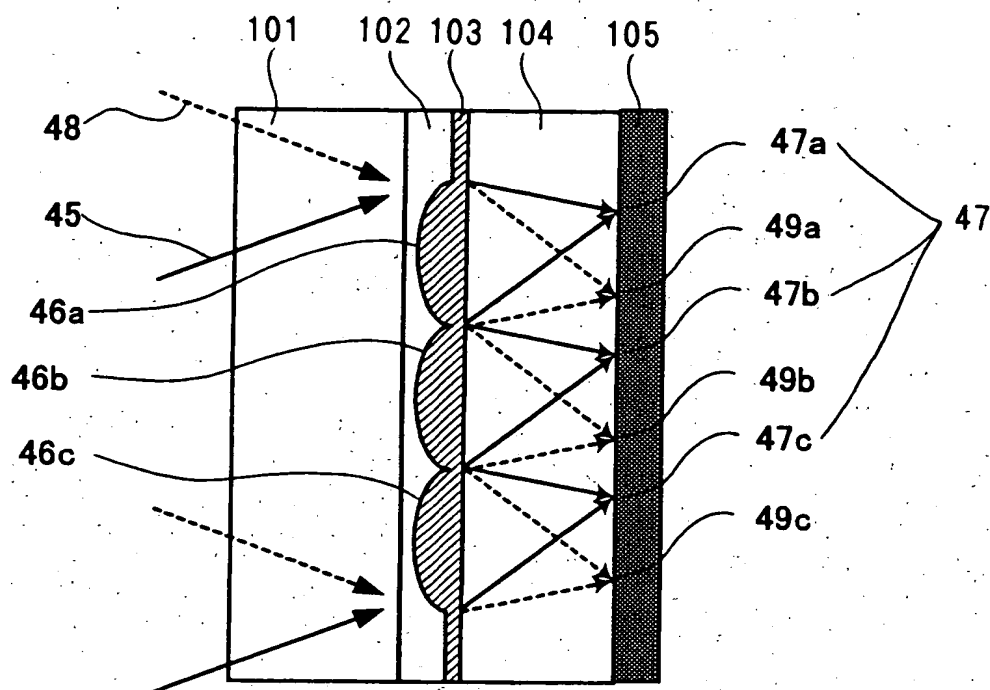
【符号の説明】

- 1 透明基板
- 4 第 1 マイクロレンズアレイ
- 5 中間ガラス層 (中間層)
- 7 第 2 マイクロレンズアレイ
- 1.0 マイクロレンズ基板

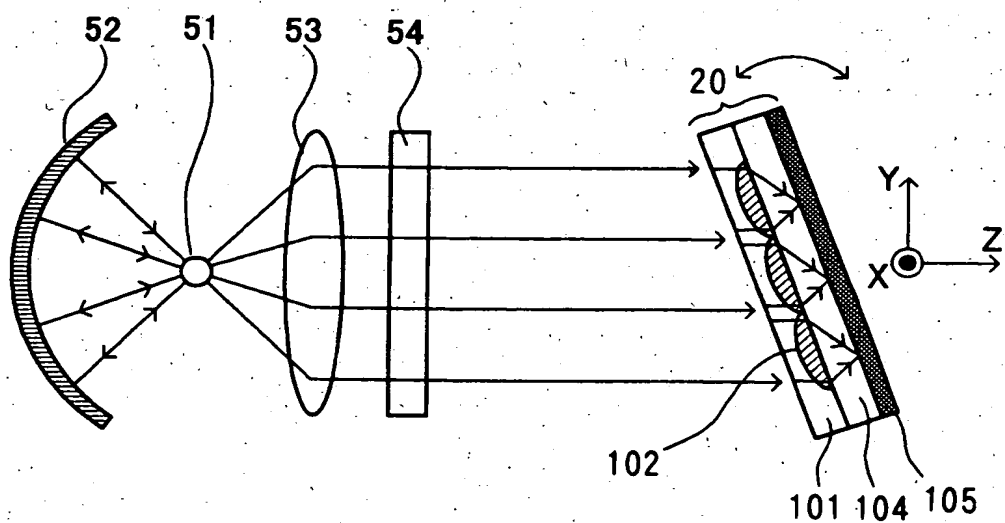
- 2 0 液晶表示素子
- 2 2 レジスト層（感光性樹脂層）
- 3 1 超高圧水銀ランプ（光源）
- 3 2 曲面ミラー
- 3 3 第 1 コリメートレンズ
- 3 4 i 線パスフィルタ（狭帯域フィルタ）
- 3 5 可動スリット板（絞り）
- 3 6 散乱板
- 3 7 第 2 コリメートレンズ
- 4 1 シリンドリカルレンズ
- 4 2 固定スリット板
- 4 4 開口幅可変スリット板（絞り）

【書類名】 図面

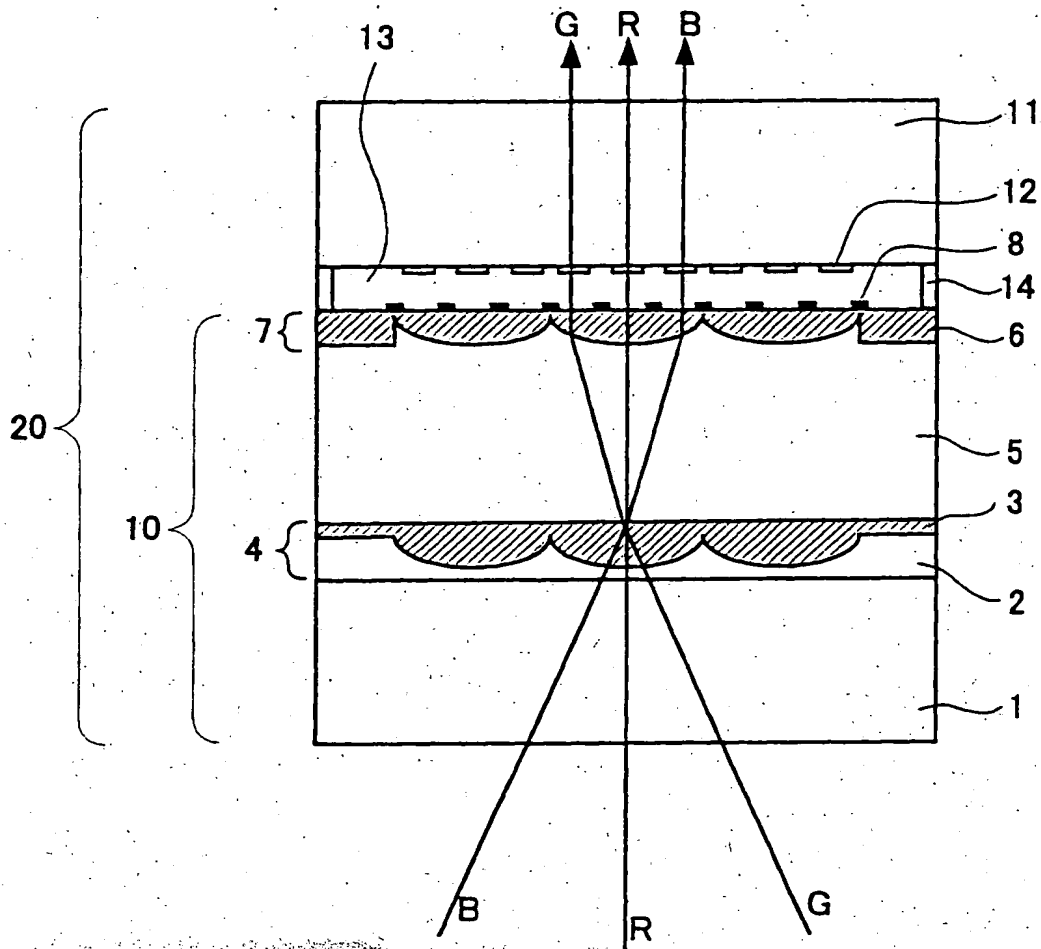
【図 1】



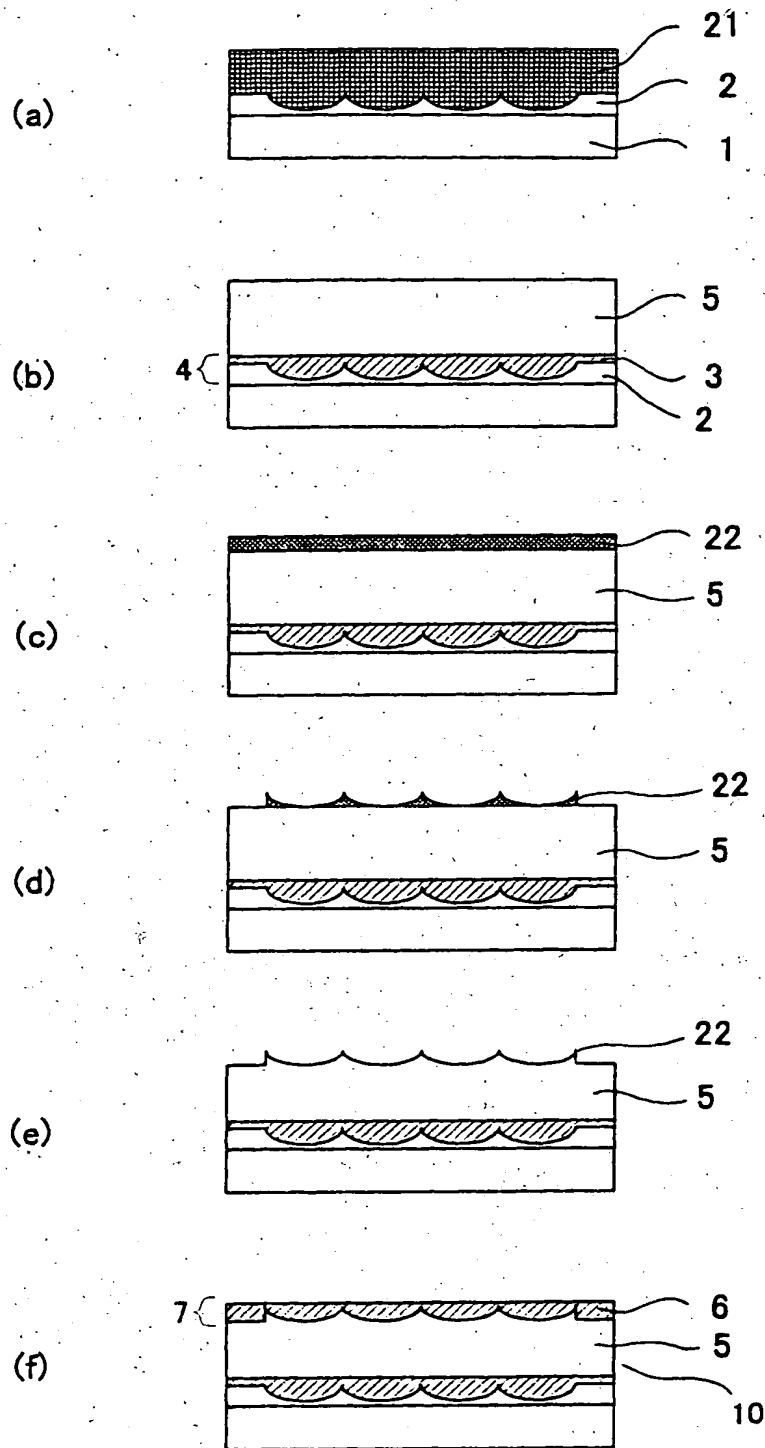
【図 2】



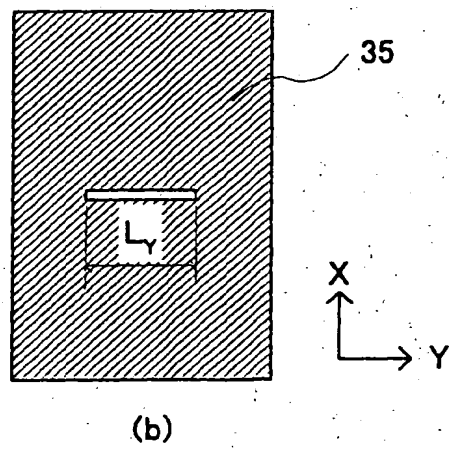
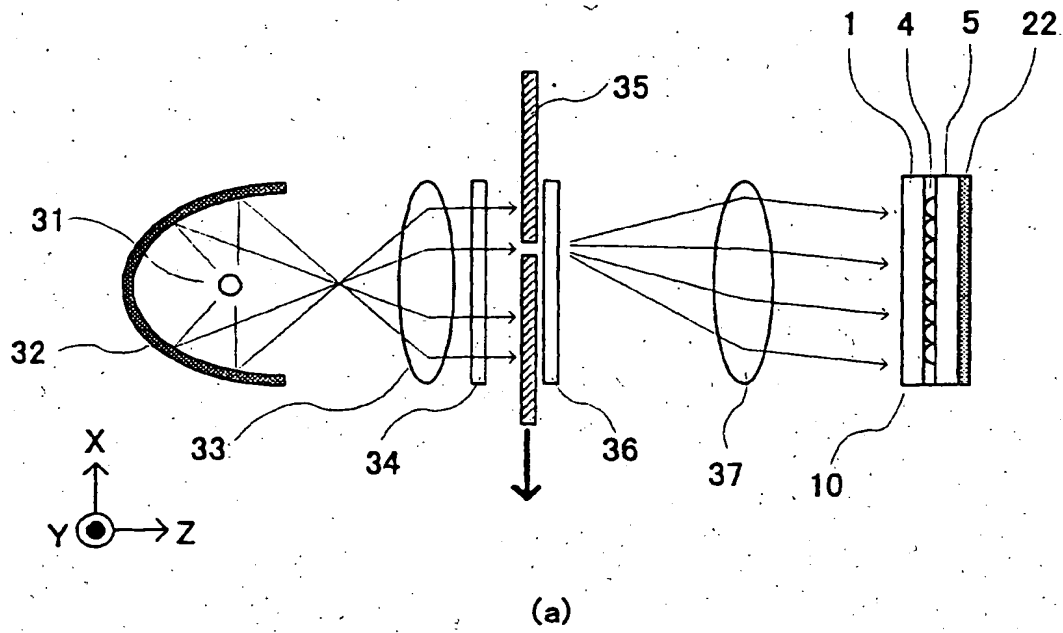
【図 3】



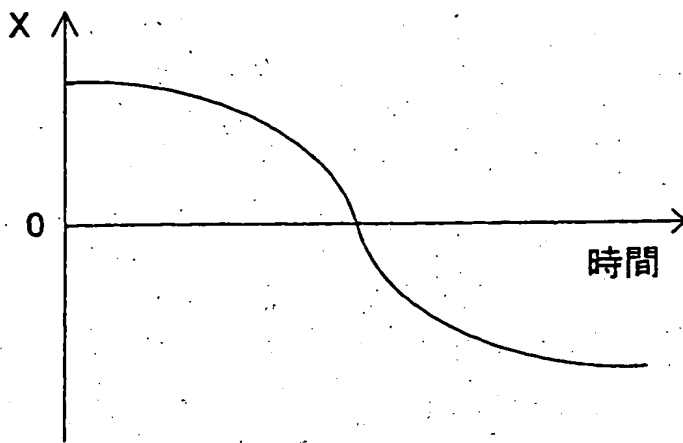
【図 4】



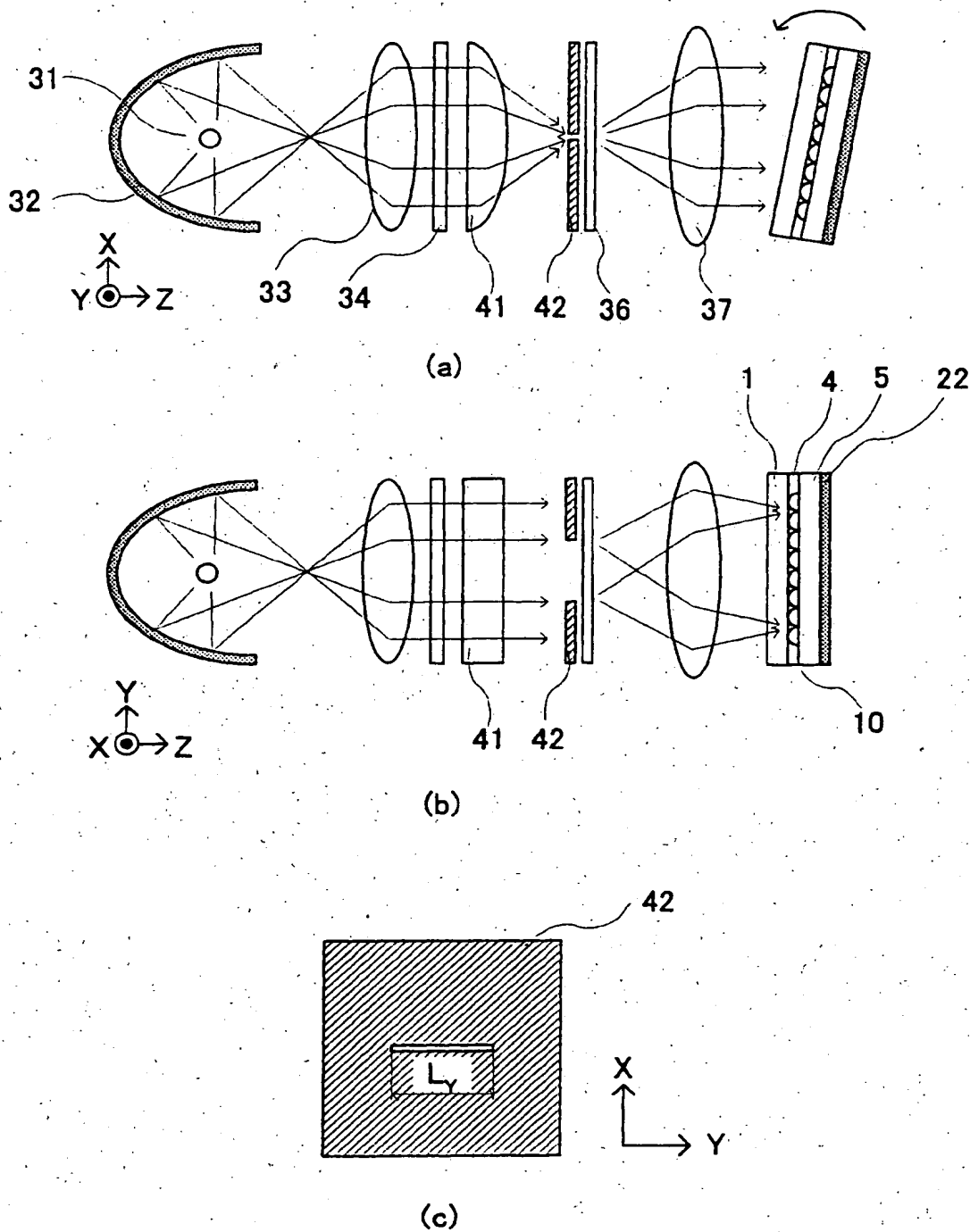
【図 5】



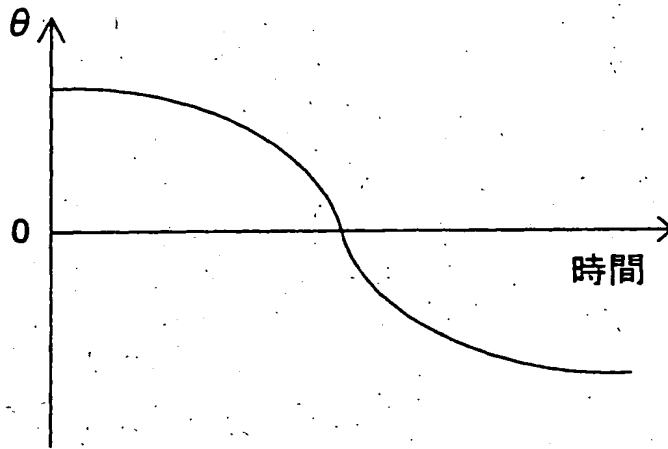
【図 6】



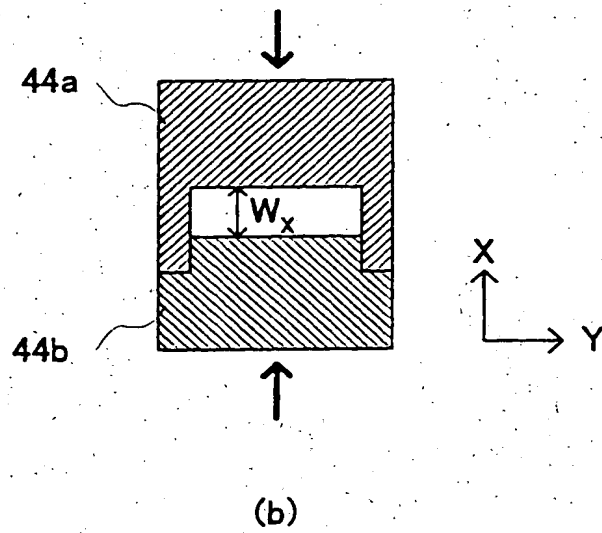
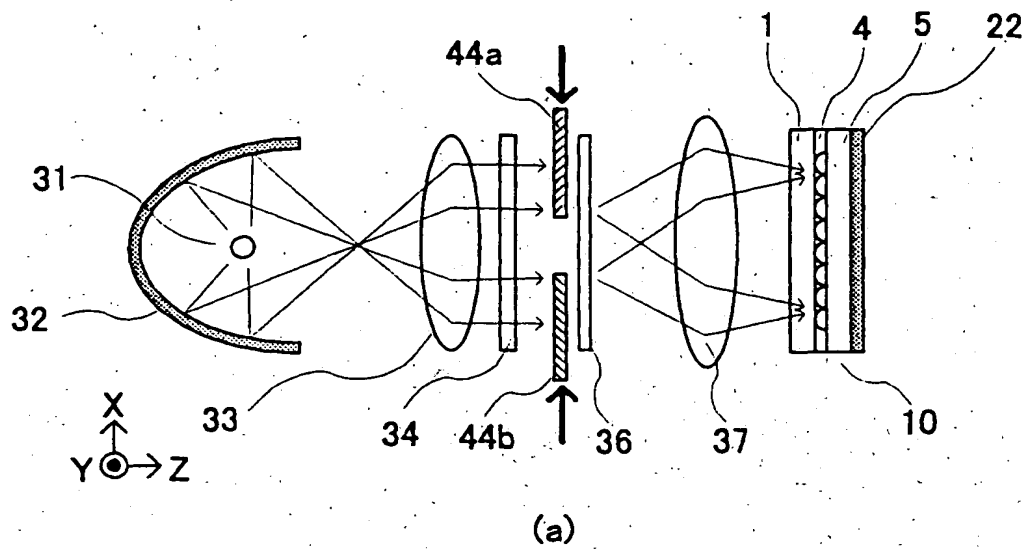
【図 7】



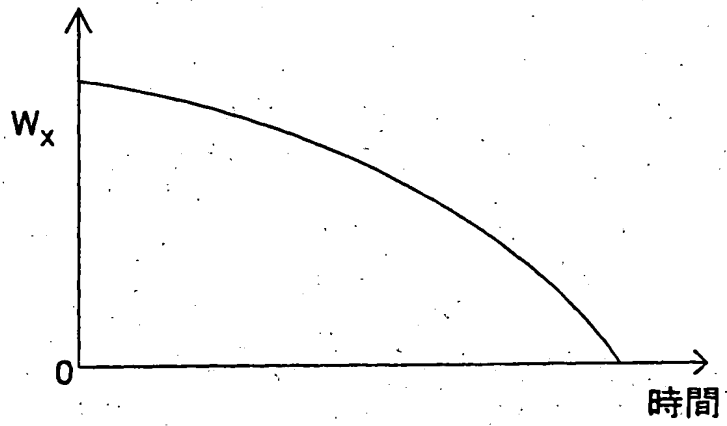
【図 8】



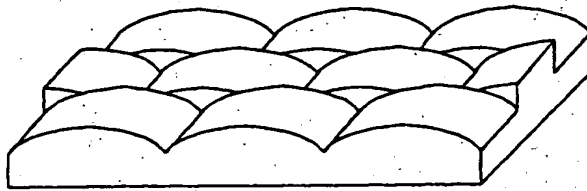
【図 9】



【図 1 0】

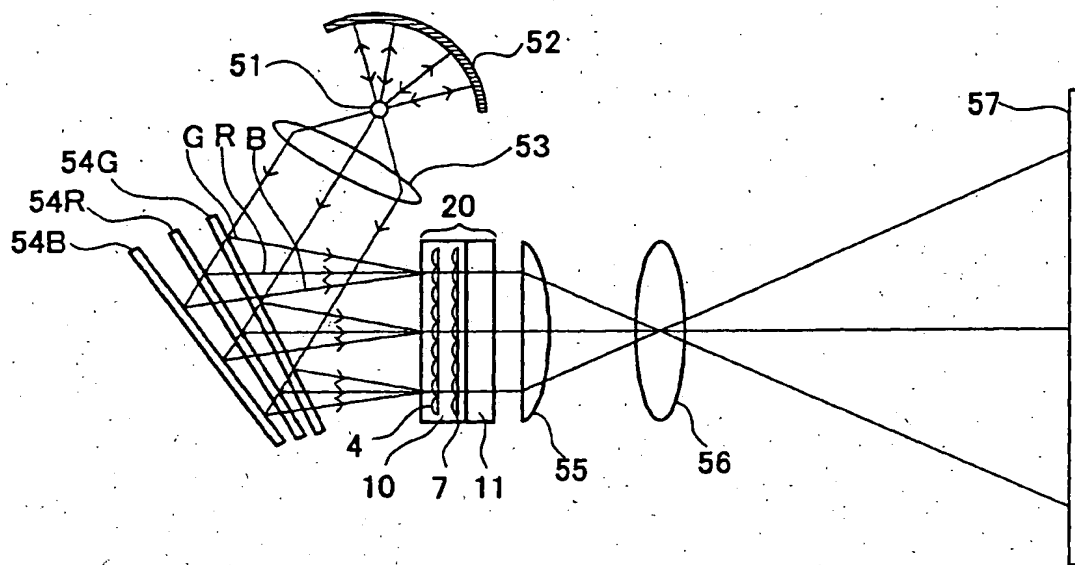


(a)

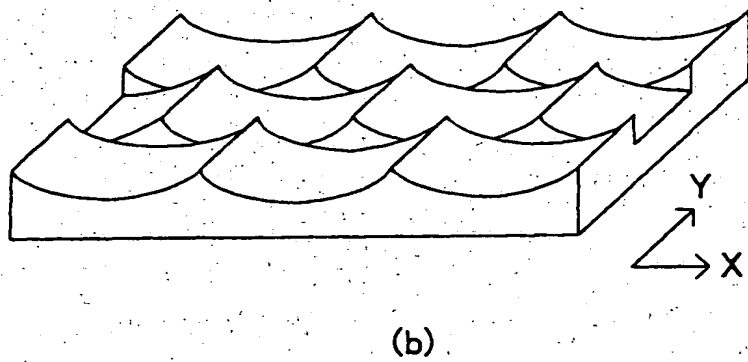
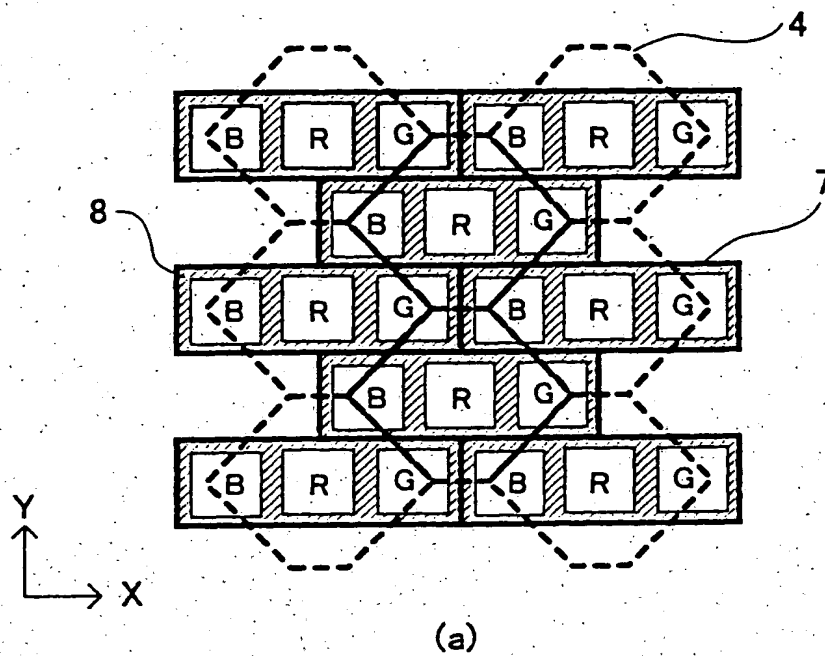


(b)

【図 1 1】



【図 12】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 第1マイクロレンズアレイを利用して第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことで、光軸合わせを簡単化し、作製工程を簡略化することのできるマイクロレンズ基板の作製方法を提供する。

【解決手段】 シリンドリカル形状をした第2マイクロレンズアレイ7のレンズ形状のパターニングを、第1マイクロレンズアレイ4に紫外光を照射することにより行う。位置が変えられる線光源から出射された光を、コリメートレンズ37と第1マイクロレンズ4とによって、マイクロレンズ焦点面に結像し、その面に塗布により形成されたレジスト層2.2を露光する。線光源の位置を変化させながら露光を行うことで、所望のシリンドリカル形状のレジストパターンを得ることができる。その後、エッチングを行って、中間ガラス層5にレジストパターンを形状転写し、凹部を高屈折率の紫外線硬化樹脂で埋める。

【選択図】 図5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005049]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

氏 名 シャープ株式会社